昆 虫 学 报 *Acta Entomologica Sinica*，February 2007，50(2)：172－177 ISSN 0454-6296

云南医学革螨数值分类研究

罗礼溥，郭宪国*

（大理学院病原与媒介生物研究所，云南大理 671000）

摘要：以云南省 57 种医学革螨作为分类单元，以形态特征为主列出 60 项分类性状特征来探讨云南省医学革螨不同属和种的亲缘关系。运用 SPSS 11.5 统计软件中的系统聚类分析和主成分分析，对 57 种医学革螨进行了数值分类分析。结果显示 57 种医学革螨划分为厉螨科（Laelapidae）、寄螨科（Parasitidae）、皮刺螨科（Dermanyssidae）、赫刺螨科（Hirstionyssidae）和裂胸螨科（Aceosejidae）5 个类群。赫刺螨属和棘刺螨属从厉螨科中分离出来另立为赫刺螨科，柏氏禽刺螨归入了皮刺螨科而不是巨刺螨科。分类结果与传统形态分类结果基本一致，因而认为数值分类能比较客观地反映医学革螨各分类阶元的分类地位与亲缘关系。

关键词：医学革螨；数值分类；系统聚类；主成分分析

中图分类号：Q969　　**文献标识码**：A　　**文章编号**：0454-6296(2007)02-0172-06

Studies on numerical taxonomy for medical gamasid mites of Yunnan

LUO Li-Pu，GUO Xian-Guo*（Institute of Pathogens and Vectors，Dali University，Dali，Yunnan 671000，China）

Abstract：The aim of this paper is to determine the taxonomic position of medical gamasid mites and further explore the difference between numerical taxonomy and the traditional morphological taxonomy for medical gamasid mites. Based on hierarchical clustering analysis and principal component analysis（PCA），the numerical taxonomy on 57 species of medical gamasid mites was carried on. The results of clustering analysis based on squared Euclidean distance showed that the 57 species of medical gamasid mites were divided into the five families in the dendrogram：Laelapidae，Parasitidae，Dermanyssidae，Hirstionyssidae and Aceosejidae. Differed from the traditional taxonomic views，*Hirstionyssus* and *Echinonyssus* were separated from Laelapidae and formed an independent family-Hirstionyssidae；*Ornithonyssus bacoti* was assigned to Dermanyssidae instead of Macronyssidae. The classifications of the remained species were the same as those in the traditional taxonomy. The results of PCA showed that the cumulative variance of the front 14 principal components reached 85.681%. The results in the three-dimension ordination of PCA were consistent with the results in the hierarchical clustering analysis. The results of clustering analysis were consistent with those of traditional morphological taxonomy for medical gamasid mites. It was so concluded that the results of numerical taxonomy could objectively reflect the taxonomic position and affinity between medical gamasid mites.

Key words：Acari；medical gamasid mites；numerical taxonomy；hierarchical clustering；principal component analysis

随着科学技术的发展，生物分类在传统分类的基础上，产生了数值分类和生物分子鉴定技术等多种新的分类方法和手段，使生物分类更符合自然的进化分类系统。数值分类（numerical taxonomy）通常是通过数学方法将所有的分类性状加以等权处理，再以性状间的相似性来进行归类。它借助电子计算机能够对大量、多元数据进行综合分析，分类效率和分类的客观性都比传统分类方法大为提高，同时为纠正传统形态分类中的偏差提供了一个有效的方法（Sneath and Sokal，1973；徐学克，1994）。

基金项目：国家自然科学基金项目（30460125）；云南省自然科学基金项目（2003C0057M）；云南省教育厅科研基金项目（032619C）

作者简介：罗礼溥，男，1970 年生，主治医师，医学硕士，目前从事媒介生物学研究，E-mail：lipudoctor@yahoo.com.cn

* 通讯作者 Author for correspondence，E-mail：xgguo2002@yahoo.com.cn

收稿日期 Received：2006-04-24；接受日期 Accepted：2006-11-14

国际上关于生物数值分类的工作开始于 20 世纪 50 年代，研究工作开展的较为深入，现在已达到了检索和鉴定的自动化处理阶段（Pankhurst，1991），我国学者自上世纪 70 年代中期开始将数值分类应用到微生物和昆虫的分类中，其中第一篇昆虫数值分类的文章是关于蚜虫的研究（朱弘复等，1975）。随后数值分类方法已被广泛应用到动植物、微生物和医学领域的分类研究中（喻泓等，2004），如阳含熙、卢泽愈（1981）的《植物生态学的数值分类方法》一书详细示例了数值分类的多种方法，陈斌（1989）的黄斑星天牛和光肩星天牛的数值分类研究的报道，以及周静芋和宋世德（1996）以夜蛾科的 34 种蛾卵为分类单元对 41 个性状进行了数值分类研究等等一系列报道。但在医学革螨的分类中，尚未见相关报道。

目前有关医学革螨的研究主要集中在生态和形态分类方面（邓国藩等，1993；顾以铭等，1994，1997 郭宪国等，1996）。但是近年国内学者对有些医学革螨的传统分类地位存在分歧，如赫刺螨属和棘刺螨属到底划分为厉螨科还是归属为赫刺螨科，柏氏禽刺螨归入皮刺螨科还是巨刺螨科等等。因此，本文研究的目的就是想采用数值分类中比较成熟的聚类和排序方法，来全面评估医学革螨各分类阶元之间的亲缘关系，为进一步澄清部分医学革螨的分类地位提供理论依据。

1　材料与方法

1.1　分类单元的确定

按照最新的医学革螨分类系统，选用云南省最具代表性的 57 种医学革螨作为分类操作单元（operational taxonomic units，OUT）（表 1），这 57 种医学革螨分属 5 科 15 属，其中 1 ~ 48 号属于厉螨科（Laelapidae）；49 号属于皮刺螨科（Dermanyssidae）；50 号属于巨刺螨科（Macronyssidae）；51 ~ 52 号属于寄螨科（Parasitidae）；53 ~ 57 号属于裂胸螨科（Aceosejidae）。

表 1　用于分析的分类单元名称与编号

Table 1　Numbers and names of taxa used as OTUs

编号 No.	名称 Chinese name	学名 Scientific name	编号 No.	名称 Chinese name	学名 Scientific name
1	金氏厉螨	*Laelaps chini* Wang *et* Li	30	黔下盾螨	*Hypoaspis chianensis* Gu
2	兴义厉螨	*Laelaps xingyiensis* Gu *et* Wang	31	李氏下盾螨	*Hypoaspis leeae* Tseng
3	耶氏厉螨	*Laelaps jettmari* Vitzthum	32	背颖血革螨	*Haemogamasus dorsalis* Teng *et* Pan
4	贫毛厉螨	*Laelaps paucisetosa* Gu *et* Wang	33	贡山血革螨	*Haemogamasus gongshanensis* Tian *et* Gu
5	纳氏厉螨	*Laelaps nuttalli* Hirst	34	山区血革螨	*Haemogamasus monticola* Wang *et* Li
6	毒厉螨	*Laelaps echidninus* Berlese	35	橄形血革螨	*Haemogamasus oliviformis* Teng *et* Pan
7	贵州厉螨	*Laelaps guizhouensis* Gu *et* Wang	36	拱胸血革螨	*Haemogamasus pontiger* Berlese
8	土尔克厉螨	*Laelaps turkestanicus* Lange	37	巢仿血革螨	*Haemogamasus nidiformes* Bregetova
9	阿尔及利厉螨	*Laelaps algericus* Hirst	38	方形血革螨	*Haemogamasus quadratus* Teng *et* Pan
10	福建厉螨	*Laelaps fukienensis* Wang	39	松鼠真厉螨	*Eulaelaps dremomydis* Gu *et* Wang
11	特氏厉螨	*Laelaps traubi* Domrow	40	拟厩真厉螨	*Eulaelaps substabularis* Yang *et* Gu
12	格氏血厉螨	*Haemolaelaps glasgowi* Ewing	41	厩真厉螨	*Eulaelaps stabularis* Koch
13	特氏血厉螨	*Haemolaelaps traubi* Strandtmann	42	上海真厉螨	*Eulaelaps shanghaiensis* Wen
14	心形血厉螨	*Haemolaelaps cordatus* Teng *et* Pan	43	互助真厉螨	*Eulaelaps huzhuensis* Yang *et* Gu
15	东方血厉螨	*Haemolaelaps orientalis* Teng *et* Pan	44	鼻棘刺螨	*Echinonyssus nasutus* Hirst
16	茅舍血厉螨	*Haemolaelaps casalis* Berlese	45	鼩鼱赫刺螨	*Hirstionyssus sunci* Wang
17	中华血厉螨	*Haemolaelaps chinensis* Wang	46	新华赫刺螨	*Hirstionyssus neosinicus* Teng *et* Pan
18	鼯鼠血厉螨	*Haemolaelaps petauristae* Gu *et* Wang	47	越中赫刺螨	*Hirstionyssus callosciuri* Bregetova *et* Grokhovskaya
19	半漠血厉螨	*Haemolaelaps semidesertus* Bregetova			
20	单阳厉螨	*Androlaelaps singularis* Wang *et* Li	48	湖北赫刺螨	*Hirstionyssus hupehensis* Hsu *et* Ma
21	徐氏阳厉螨	*Androlaelaps hsui* Wang *et* Li	49	鼠拟脂刺螨	*Liponyssoides muris* Hirst
22	短尾鼩地厉螨	*Dipolaelaps anourosorecis* Gu *et* Wang	50	柏氏禽刺螨	*Ornithonyssus bacoti* Hirst
23	江口地厉螨	*Dipolaelaps jiangkouensis* Gu	51	保山寄螨	*Parasitus baoshanensis* Gu *et* Guo
24	长毛地厉螨	*Dipolaelaps longisetosus* Huang	52	剑形常革螨	*Vulgarogamasus xiphoideus* Gu *et* Guo
25	鼠颚毛厉螨	*Tricholaelaps myonysognathus* Grochovskaya *et* Nguen-Xuan-Hoe	53	三叉毛绥螨	*Lasioseius trifurcipilus* Gu *et* Guo
			54	肛毛绥螨	*Lasioseius analis* Evans
26	巴氏下盾螨	*Hypoaspis pavlovskii* Bregetova	55	贫板毛馁螨	*Lasioseius paucispathus* Gu *et* Wang
27	兵下盾螨	*Hypoaspis miles* Berlese	56	前毛绥螨	*Lasioseius praevius* Gu *et* Guo
28	胸前下盾螨	*Hypoaspis praesternalis* Willmann	57	中毛绥螨	*Lasioseius medius* Gu *et* Guo
29	溜下盾螨	*Hypoaspis lubrica* Voigts *et* Oudemans			

1.2 分类指标的选择

根据 Sneath 和 Sokal 等(1973)关于数值分类特征选取的标准及现有 57 种医学革螨的形态特征的具体描述,筛选出种内相对稳定的 60 项性状作为分类指标(characters of numerical taxonomy, CNT)。在 60 项分类指标中,二元性状(two-state character, TC)23 个,皆视其有、无分别编码为 1 或 0;数量性状(quantitative/numeric character, QNC)19 个,性状(V1、V2、V3、V4)均取观测数据变化范围的平均值(单位为 mm),其他 15 个性状均取实际测量值;18 个多态性状(multi-state character, MC)编码比较复杂,其中性状 V53(背板的骨化程度)按其形状即完整一块、分裂为二块、尖舌形分别编码为 1、2、3。性状 V17(背板刚毛形状)因其刚毛形状较多,简单处理为二元性状即常形编码为 1,异形编码为 2。其余 16 个性状均按有序处理并数量化(表 2)。在聚类前,上述所有聚类变量值需进行标准化处理,以消除变量值量纲的不同给聚类结果带来的影响。即把数值标准化到 0 到 1 的范围,对正在被标准化的变量或观测量的值减去正在被标准化的变量或观测量的最小值,然后除以范围,如果范围是 0,将所有变量值或观测量值设置为 0.5(孙振球等, 2002;卢纹岱, 2004)。

表 2 分类性状及其编码

Table 2 Characters and their codes

编码 Code	性状 Characters	性状类型 Character types	编码 Code	性状 Characters	性状类型 Character types
V1	体长 Length of idiosoma	数量性状(QNC)	V31	足后板形状 Metapodal plate form	多态性状(MC)
V2	体宽 Width of idiosoma	数量性状(QNC)	V32	肛板形状 Anal plate form	多态性状(MC)
V3	胸板长 Length of sternal shield	数量性状(QNC)	V33	肛孔位置 Position of anal opening	多态性状(MC)
V4	胸板宽 Width of sternal shield	数量性状(QNC)	V34	腹板与肛板距离 Distance of ventral and anal plate	多态性状(MC)
V5	头盖形状 Tectum form	多态性状(MC)	V35	叉毛 Forked seta	数量性状(QNC)
V6	螯钳内缘有无齿 Chela pincers teeth	二元性状(TC)	V36	腹表皮毛数 Numbers of ventral seta	数量性状(QNC)
V7	定趾有无钳齿毛 Pilus dentilis of fixed digit	二元性状(TC)	V37	体腹面毛形状 Ventral seta form	多态性状(MC)
V8	钳齿毛形状 Pilus dentilis form	多态性状(MC)	V38	基节 1 刺状刚毛数 Seta numbers on 1st coax	数量性状(QNC)
V9	螯肢是否发达 Chelicerae developed	二元性状(TC)	V39	基节 2 刺状刚毛数 Seta numbers on 2nd coax	数量性状(QNC)
V10	躯体形状 Idiosoma form	多态性状(MC)	V40	基节 3 刺状刚毛数 Seta numbers on 3rd coax	数量性状(QNC)
V11	背板块数 Numbers of dorsal sheild	数量性状(QNC)	V41	基节 4 刺状刚毛数 Seta numbers on 4th coax	数量性状(QNC)
V12	背板是否覆盖整个背面 Dorsal shield covered dorsum	二元性状(TC)	V42	足 2 较其他明显粗大 2nd feet much thicker than others	二元性状(TC)
V13	背板是否具十字形角化斑 Cross corner of dorsal sheild	二元性状(TC)	V43	背体毛浓密与稀疏 Dorsum seta density	数量性状(QNC)
V14	背板刚毛数 Numbers of dorsal shield seta	数量性状(QNC)	V44	肛板刚毛数 Numbers of anal plate seta	数量性状(QNC)
V15	背板是否有特长刚毛 Specialy long dorsal shield seta	二元性状(TC)	V45	肛板 Ad 位置 Position of adanal setae	多态性状(MC)
V16	背板有无付刚毛 Dorsal sheild additional setae	二元性状(TC)	V46	Ad 是否达到 PA 位置 Relation of adanal and postanal setae	二元性状(TC)
V17	背板刚毛形状 Dorsal shield seta form	二元性状(TC)	V47	胸板形状 Sternal plate form	多态性状(MC)
V18	胸板刚毛数 Number of sternal shield seta	数量性状(QNC)	V48	胸板前缘是否具网纹 Areola of fore-sternal shield	二元性状(TC)
V19	胸板隙孔数 Lyriform organ	数量性状(QNC)	V49	胸板前缘形状 Fore-sternal shield form	多态性状(MC)
V20	胸板是否有副刚毛 Sternal plate additional setae	二元性状(TC)	V50	胸板后缘形状 Post-sternal shield form	多态性状(MC)
V21	胸板发育程度 Development of sternal sheild	二元性状(TC)	V51	胸板前缘是否延伸钩状突 Costa-sternal shield hooked form	二元性状(TC)
V22	胸叉是否发达 Development of tritosternum	二元性状(TC)	V52	基节 2 前缘是否有钩状突 Costa-2nd coax hooked form	二元性状(TC)
V23	气门沟长短 peritreme form	多态性状(MC)	V53	背板的骨化程度 Development of dorsal shield	多态性状(MC)
V24	气门板形状 Peritrematic plate form	多态性状(MC)	V54	颚沟横裂小齿数 Denticle numbers on gnathal groove	数量性状(QNC)
V25	胸后板有无 Metasternal plate	二元性状(TC)	V55	螯肢第二节是否明显延长 2nd section of chelicerea prolong	二元性状(TC)
V26	胸后板形状 Metasternal plate form	多态性状(MC)	V56	螯肢纤细柔软呈针状 Chelicerae needle form	二元性状(TC)
V27	胸后板刚毛数 Number of metasternal plate seta	数量性状(QNC)	V57	螯肢明显发达而坚硬 Chelicerea developed	二元性状(TC)
V28	生殖腹板形状 Genitor-ventral plate form	多态性状(MC)	V58	颚角角化程度 Development of corniculi	多态性状(TC)
V29	生殖腹板刚毛数 Number of genitor-ventral plate seta	数量性状(QNC)	V59	各足具前附节爪和爪垫 Pretarsus and pulvillus on every feet	二元性状(TC)
V30	足后板有无 Metapodal plate	二元性状(TC)	V60	胸前板有否 Presternal plate	二元性状(TC)

QNC: Quantitative/numeric character; MC: Multi-state character; TC: Two-state character.

1.3 分类方法的选择

1.3.1 系统聚类分析 将上述 57 个分类单元(57 种革螨)和 60 项分类指标特征构成一个 57×60 的原始数据矩阵表(限于篇幅,未列出),按照对样品或分类单元(OTU)聚类(Q 型聚类)的聚类策略,选用系统聚类分析(hierarchical cluster analysis)中的组间连接(between-groups linkage)、组内连接(within-groups linkage)、最近邻法(nearest neighbor)和最远邻法(furthest neighbor)4 种聚类方法进行初步聚类(相似性指标选用欧氏距离平方),结合革螨分类专业知识,比较 4 种聚类方法的协表相相关系数,确定最合理的聚类方法(卢纹岱, 2004)。聚类结果用树状图(dendrogram)表达。

1.3.2 主成分分析 以上述 57 个分类单元(57 种革螨)为排序基本单位,以上述 60 项分类指标为排序指标,构建一个 57×60 的原始数据矩阵表,在此基础上用标准差标准化方法对原始数据进行标准化,然后按照 Gower (1967) 的主成分分析(principal component analysis, PCA)程序对 57 个分类单元进行排序,排序结果在降维的二维或三维坐标系中用散

点图表达，每一个散点代表一种革螨种类。

2　结果与分析

2.1　系统聚类分析

通过比较协表相相关系数，4 种聚类法中以最近邻法聚类方法得出的相关性最大，聚类树状图较好地表现了两分类单元之间的相似性。聚类结果用树状图表达，按图中虚线所示的距离分类，57 个分类单元（57 种革螨）分为以下 5 个主要类群：(1) 厉螨科：明显地分为血厉螨属（OTU14、18、13、17、12、19、16、33、15）、厉螨属（OTU1、4、3、9、8、2、7、6、10、5、11）、阳厉螨属（OTU20、21）、真厉螨属（OTU40、43、39、42、41、25）、血革螨属（OTU32、37、38、35、36）、下盾螨属（OTU28、26、30、31、27、29）和地厉螨属（OTU23、24、22）；(2) 寄螨科：分为寄螨属（OTU51）和常革螨属（OTU52）；(3) 皮刺螨科：分为拟脂刺螨属（OTU49）和禽刺螨属（OTU50）；(4) 赫刺螨科：明显的分为赫刺螨属（OTU45、46、47、48）和棘刺螨属（OTU44），并且可以看出鼻棘刺螨与其他赫刺螨的差别；(5) 裂胸螨科：该类 5 个种（OTU53、57、55、56、54）明显聚合在一起，构成一个大的类群。以上聚类结果显示，大多数属各自一类，与传统分类基本一致。本文聚类结果显示，柏氏禽刺螨归入了皮刺螨科（Dermanyssidae）而不是巨刺螨科（Macronyssidae），也就是说，数值分类结果支持把柏氏禽刺螨首先与鼠拟脂刺螨合并归入皮刺螨科，而没有单独归属一个科（图 1）。

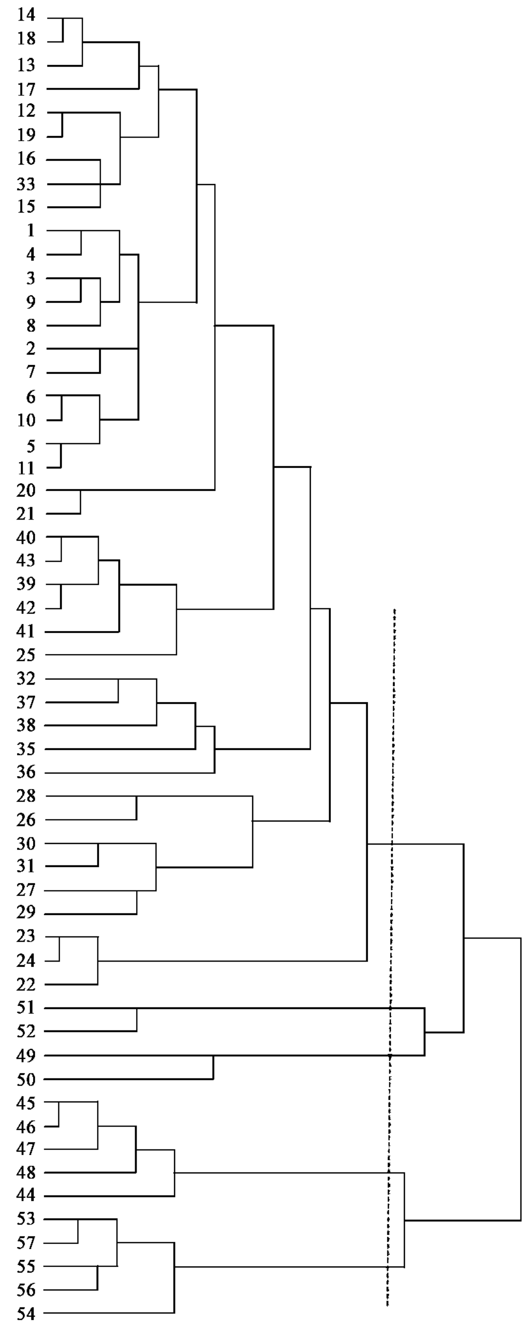


图 1　57 个分类单元（OTU）的最近邻法聚类分析树状图（OTU 编号见表 1）

Fig. 1　The dendrogram for 57 OTUs by nearest neighbor clustering method (numbers of OTUs same as in Table 1)

2.2　主成分分析

在主成分分析中，排序方法的三维图形得出的分类结果与聚类分析一致，也分为 5 个类群，在 57 个分类单元（OTU）的主成分分析（PCA）三维排序图中（图 2），各分类群在坐标高度和位置上彼此差别明显，且明显突出了赫刺螨属（OTU45、46、47、48）和棘刺螨属（OTU44）与厉螨科类群之间的距离，单独聚为一类构成赫刺螨科，二维排序的散点图（图 3）也支持这一点。（OTU51、52）、（OTU53、54、55、56、57）和（OTU49、50）3 个类群在三维排序图和二维排序散点图上的坐标高度和位置各不相同，各聚为一类，分别构成寄螨科、裂胸螨科和皮刺螨科。

3　讨论

聚类分析是数值分类中常用的一大类多元统计分析方法，包括了系统聚类、动态聚类和模糊聚类等不同类型，其中系统聚类分析应用较多，它的目的是把分类对象按一定规则分成几组或几类，这些组或类不是事先给定的，而是根据数据特征而定的。本文研究是将每一种医学革螨的许多指标（60 项分类

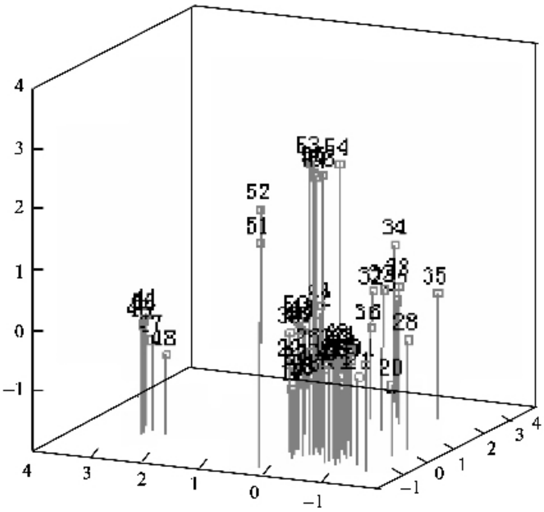


图 2　57 个分类单元(OTU)的主成分分析(PCA)三维排序图(OTU 编号见表 1)

Fig. 2　The three-dimension ordination of PCA for 57 OTUs (numbers of OTUs same as in Table 1)

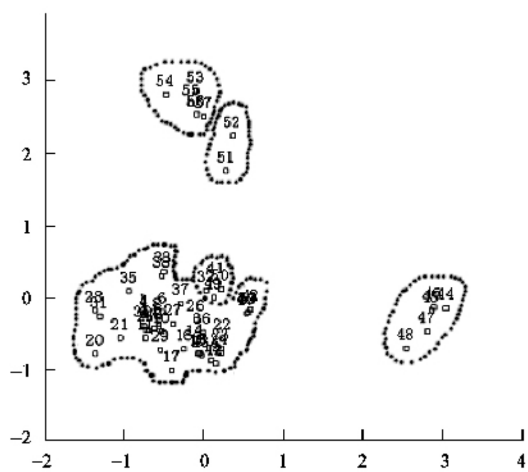


图 3　57 个分类单元(OTU)的主成分分析(PCA)二维排序图(OTU 编号见表 1)

Fig. 3　The two-dimension ordination of PCA for 57 OTUs (numbers of OTUs same as in Table 1)

指标)首先进行量化,在指标量化的基础上建立原始数据矩阵,然后选择系统聚类分析进行数值分类。主成分分析是指在处理有一定相关性的多指标的问题时,通过降维的方法,找到能综合反映原来较多指标信息的较少的几个综合指标,并且这几个较少的指标之间又是无关的(独立的),这种处理方法,就称为主成分分析。这几个较少的指标称为主成分,主成分不再是原来某一指标的反映,而是原来一些指标的综合反映,利用降维的二维或三维坐标系,就可以实现对分类单元(如本文的 57 种革螨)的排序。

传统的形态分类将赫刺螨属和棘刺螨属划分为厉螨科中的两个属,而本文依据大量不同性状(分类指标)的综合分析,得出赫刺螨属和棘刺螨属中 V17、V30、V38、V39、V40、V41、V47 等分类性状指标在主分量上的因子贡献率较大,已成为单独划分为一个科的主要依据。根据本文的研究结果,将赫刺螨属和棘刺螨属从厉螨科中分离出来另立一科是完全合理的。

本文结果将柏氏禽刺螨归入了皮刺螨科而不是巨刺螨科。由于皮刺螨科和巨刺螨科的躯体形状、背板块数、背板形状、胸板发育程度、生殖腹板形状及头盖形状等主要分类性状指标基本一样(如两者体型均为中等大小,背板前端较宽,往后渐窄,未覆盖整个背面,胸后板退化,螯钳内缘不具齿,定齿无钳齿毛等),传统分类中对柏氏禽刺螨的分类地位存在不同的观点,早期的学者将其划入皮刺螨科,但近年国内学者却将其划入了巨刺螨科。本文的研究结果支持早期学者的观点,即将柏氏禽刺螨归入皮刺螨科更为合理。本文研究将赫刺螨属和棘刺螨属单独从厉螨科分离出来,除了多元统计(聚类和排序)结果本身的客观性和科学性外,这两个属与厉螨科中其他属在形态学上的明显区别(如胸板形状鞍形或梯形、基节刚毛数明显较厉螨科中的其他属多、足后板付缺以及背板刚毛形状极微细短等)也支持将赫刺螨属和棘刺螨属单独从厉螨科分离出来。

大多数数值分类研究均采用所有特征值大于 1 或累计贡献率达到一定的百分比值(一般为 85%)来确定主成分(如本文的累积贡献率为 85.681%),然后利用这些主成分因子贡献率较大的特征作为划分不同类群的依据(孙振球和徐勇勇, 2002)。本文尝试用这种数值分类方法用于云南省医学革螨的分类研究,并且取得了令人满意的结果,这在医学革螨的分类研究中尚属首次。这种借助现代化的手段处理数据,对医学革螨的诸多性状加以对比和统计处理分析,运用 PCA 法筛选重要信息后再进行分类的方法,既快速又比较准确地反映了各分类单元彼此间的相似和差异程度,比较客观地反映了医学革螨各分类阶元的分类地位与亲缘关系。

目前应用于生物分类的数值分类方法主要是聚类和排序,这两种方法均具有严格的数学推理过程,且经过大量实践,证明实用性较强,具有较强的客观性,可以综合分析多种来源的数据,分类结果能够弥补传统分类中存在的不足。本文同时应用这两种方法,所得结果一致,这更加说明了本文的数值分类结

果是比较可靠的,具有较强的说服力。

数值分类方法在用于生物分类中时也存在一些不足,如聚类结果在分类水平判别上明显地受人为因素干扰;排序结果最多只能在三维图上显示,判别空间畸变现象的方法不完善等等;另外,统计的结果往往只能揭露差异的程度,其自身并不能说明差异的性质。因此,在实际的分类工作中,除了要结合专业知识外,还需要对各种分类结果进行全面综合的比较分析,才能最终做出正确的判断,取得令人信服的分类结果。

参 考 文 献 (References)

Bao WD, Hou XX, Dong WH, 1995. Numerical taxonomic studies on Hamster Family (Cricetidea) distributed in Inner Mongolia region. *Acta Theriologica Sinica*, 5(2): 141-148. [鲍伟东, 侯希贤, 董维惠, 1995. 内蒙古仓鼠科动物数值分类的初步研究. 兽类学报, 5(2): 141-148]

Chen B, 1989. A numerical taxonomic study of *Anoplophora nobilis* (Ganglbauer) and *A. glabripennis* (Motschulsky) (Coleoptera: Cerambycidae). *Acta Entomol. Sin.*, 32(3): 341-349. [陈斌, 1989. 黄斑星天牛和光肩星天牛的数值分类研究(鞘翅目:天牛科). 昆虫学报, 32(3): 341-349]

Deng GF, Wang DQ, Gu YM, 1993. Economic Insect Fauna of China. Vol. 40. Acari: Dermanyssoideae. Beijing: Science Press. [邓国藩, 王敦清, 顾以铭, 1993. 中国经济昆虫志. 第四十册, 蜱螨亚纲, 皮刺螨总科. 北京:科学出版社]

Gower JC, 1967. Multivariate analysis and multi-dimensional geometry. *Statistician*, 17: 13-28.

Guler Y, Aytekin AM, Cagatay N, 2006. Systematical studies on Anthidiini (Hymenoptera: Megachilidae): A geometric morphometric approach. *Acta Entomol. Sin.*, 49(3): 474-483. [Guler Y, Aytekin AM, Cagatay N, 2006. 黄斑蜂族的系统学研究(膜翅目:切叶蜂科):几何形态测量方法. 昆虫学报, 49(3): 474-483]

Guo XG, Ye BH, Gu YM, Chen YM, 1996. Studies on the similarity and classification of gamasid mite communities on small mammals in the west of Yunnan Province. *Chinese Journal of Parasitology and Parasitic Diseases*, 14(1): 42-45. [郭宪国, 叶炳辉, 顾以铭, 陈渊民, 1996. 云南西部小兽革螨群落相似性及分类研究. 中国寄生虫学与寄生虫病杂志, 14(1): 42-45]

Gu YM, Guo XG, 1994. Two new species of the genus *Lasioseius* from China (Acari: Ascidae). *Acta Arachnologica Sinica*, 3(2): 86-90. [顾以铭, 郭宪国, 1994. 毛绥螨属 2 新种(蜱螨亚纲:囊螨科). 蛛形学报, 3(2): 86-90]

Gu YM, Guo XG, 1997. A new species of the genus *Vulgarogamasus* (Acari: Parasitidae). *Acta Zootaxonomica Sinica*, 22(2): 134-135. [顾以铭, 郭宪国, 1997. 常革螨属一新种(蜱螨亚纲:寄螨科). 动物分类学报, 22(2): 134-135]

Lu WD, 2004. SPSS (Statistical Package for the Social Science) for Windows Statistical Analysis (2nd ed.). Beijing: Publishing House of Electronics Industry. [卢纹岱, 2004. 统计分析软件 SPSS for windows 统计分析(第二版). 北京:电子工业出版社]

Pankhurst RJ, 1991. Practical Taxonomic Computering. Cambridge: Cambridge University Press. 110-161.

Sneath P, Sokal R (Translated by Zhao TQ), 1973. Numerical Taxonomy: The Principles and Practice of Numerical Classification. Beijing: Science Press. [P.史尼斯, R.索卡尔合著(赵铁桥译), 1973. 数值分类学——数值分类的原理和应用. 北京:科学出版社]

Sun ZQ, Xu YY, 2002. Medical Statistics. Beijing: People's Medical Publishing House. [孙振球, 徐勇勇, 2002. 医学统计学. 北京:人民卫生出版社]

Xu KX, 1994. Numerical Taxonomy. Beijing: Science Press. [徐克学, 1994. 数值分类学. 北京:科学出版社]

Yang HX, Lu CY, 1981. Numerical Taxonomy Methods for Ecology of Plant. Beijing: Science Press. [阳含熙, 卢泽愈, 1981. 植物生态学的数值分类方法. 北京:科学出版社]

Yu H, Xiao SG, Li HT, 2004. Practice of numerical taxonomic on insect taxonomy in China. *Journal of Henan Forestry Science and Technology*, 24(4): 32-34. [喻泓, 肖曙光, 李海涛, 2004. 数值分类在我国昆虫分类工作中的应用. 河南林业科技, 24(4): 32-34]

Zhao JY, Zhang XX, Zhang GX, Chen XF, 2002. Studies on numerical taxonomy for intraspecies differentiation of cotton aphids. *Acta Entomol. Sin.*, 45(Suppl.): 123-127. [赵静雅, 张孝羲, 张广学, 陈晓峰, 2002. 棉蚜种下变型的数值分类研究. 昆虫学报, 45(Suppl.): 123-127]

Zhou JY, Song SD, 1996. A numerical taxonomic study on the eggs of some Chinese Noctuidae (Lepidoptera: Noctuidae). *Entomotaxonomia*, 18(2): 145-149. [周静芋, 宋世德, 1996. 夜蛾科卵的数值分类研究. 昆虫分类学报, 18(2): 145-149]

Zhu HF, Zhang GX, Zhong TS, 1975. Numerical taxonomic studies on aphids. *Acta Entomol. Sin.*, 18(2): 211-215. [朱弘复, 张广学, 钟铁森, 1975. 蚜虫的数值分类. 昆虫学报, 18(2): 211-215]

(责任编辑:袁德成)